

**RANCANG BANGUN SISTEM *DATA LOGGER* TIGA FASA
BERBASIS *WEBSITE* DAN *INTERNET OF THINGS*
DI PT BUKIT ASAM TBK *KERTAPATI PORT***



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma III Teknik Elektronika**

Oleh:

MUHAMMAD LUTFI NUR ANENDI

062330320678

POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM *DATA LOGGER* TIGA FASA
BERBASIS *WEBSITE* DAN *INTERNET OF THINGS*
DI PT BUKIT ASAM TBK KERTAPATI PORT



LAPORAN AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma III Teknik Elektronika

Oleh:

MUHAMMAD LUTFI NUR ANENDI

062330320678

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

Pembimbing II

Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M.
NIP. 196603111992031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Elektronika

Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.
NIP. 197508162001121001

LEMBAR ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Lutfi Nur Anendi
NIM : 062330320678
Judul : Rancang Bangun Sistem *Data Logger* Tiga Fasa Berbasis
Website Dan Internet Of Things Di PT Bukit Asam Tbk
Kertapati Port

Menyatakan bahwa laporan akhir saya ini merupakan hasil karya saya sendiri didampingi Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 dan bukan hasil penjiplakan ataupun plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan ataupun plagiat dalam laporan akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 8 Juli 2026



Muhammad Lutfi Nur Anendi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Ilmu tidak lahir dari orang yang paling pintar, tapi dari orang yang paling tidak puas dengan jawaban 'karena memang begitu.’”

~ Lutfi Anendi ~

“Ilmu tanpa kerendahan hati hanyalah kesombongan yang tertunda — cepat atau lambat, ia akan runtuh oleh kenyataan bahwa selalu ada yang lebih tahu.”

~ Lutfi Anendi ~

PERSEMBAHAN

- ❖ Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
- ❖ Kedua orang tua saya tercinta, atas doa, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan yang tiada henti selama ini.
- ❖ Ketiga saudara/i saya, yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan laporan ini.
- ❖ Kedua dosen pembimbing saya, atas segala ilmu, bimbingan, arahan, dan kesabaran dalam membimbing saya hingga laporan ini selesai.
- ❖ Teman-teman seperjuangan, yang telah berbagi suka duka, bantuan, dan motivasi selama proses penyusunan laporan ini.
- ❖ Diri saya sendiri, yang telah berjuang, bersabar, dan tidak menyerah dalam menyelesaikan laporan ini hingga akhir.
- ❖ Almamater tercinta, sebagai wujud rasa bangga dan terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM *DATA LOGGER* LISTRIK TIGA FASA BERBASIS *WEBSITE* DAN *INTERNET OF THINGS* DI PT BUKIT ASAM TBK KERTAPATI PORT

(2026: xvii + 111 Halaman + 62 Gambar + 23 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

MUHAMMAD LUTFI NUR ANENDI

062330320678

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Pemantauan kelistrikan kontinu menjadi prasyarat *condition-based maintenance* pada peralatan industri, namun PT Bukit Asam Tbk Kertapati port bergantung pada satu unit Fluke 3-Phase Power Logger 1738 yang dipakai bergantian, sehingga pemantauan multititik terbatas. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem *data logger* tiga fasa berbasis *Internet of Things* dan *website* sebagai pelengkap pemantauan kontinu murah. Sistem mengintegrasikan ESP32 yang membaca tiga modul PZEM-004T-100A dan mempublikasikan data via MQTT ke *website* dengan basis data MySQL/Prisma. Pengujian pada motor induksi 2,2 kW konfigurasi WYE selama 40 menit 22 detik menghasilkan 2.423 baris data pengukuran; komparasi terhadap Fluke 1738 pada sembilan parameter menunjukkan korelasi $r = 0,67-0,9999$, dengan MAPE 0,04-0,15% untuk tegangan dan frekuensi, serta 6-11% untuk parameter turunan akibat propagasi *error* pada kondisi faktor daya rendah (0,11-0,24). Sistem ini diposisikan sebagai instrumen pelengkap pemantauan kelistrikan multititik yang kontinu, alih-alih pengganti *power quality analyzer* kelas industri.

Kata Kunci: Data Logger, Internet of Things, MQTT, Website, Fluke 1738, ESP32

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB-BASED THREE-PHASE ELECTRICAL DATA LOGGER SYSTEM USING INTERNET OF THINGS AT PT BUKIT ASAM TBK KERTAPATI PORT

(2026: xvii + 111 Pages + 62 Figures + 23 Tables + References + Appendices)

MUHAMMAD LUTFI NUR ANENDI

062330320678

DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

STUDY PROGRAM OF ELECTRONICS ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Continuous electrical monitoring underpins condition-based maintenance, yet PT Bukit Asam Tbk Kertapati Port depended on a single Fluke 3-Phase Power Logger 1738 rotated among measurement points. This study aimed to design and build a low-cost, continuous three-phase data logger system based on the Internet of Things and a website. The system integrated an ESP32 reading three PZEM-004T-100A modules and publishing data via MQTT to a website with a MySQL/Prisma database. Testing on a 2.2 kW WYE-connected induction motor over 40 minutes 22 seconds produced 2,423 rows of measurement data; comparison against the Fluke 1738 across nine parameters showed correlations of $r = 0.67\text{-}0.9999$, with MAPE of 0.04-0.15% for voltage and frequency and 6-11% for derived parameters attributable to error propagation under the low power factor (0.11-0.24) recorded during testing. The system was positioned as a continuous multipoint monitoring complement rather than a substitute for industrial-grade power quality analyzers.

Keywords: *Data Logger, Internet of Things, MQTT, Website, Fluke 1738, ESP32*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia, dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Politeknik Negeri Sriwijaya, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma III Teknik Elektronika. Judul yang diangkat dalam laporan ini adalah **“Rancang Bangun Sistem *Data Logger* Tiga Fasa Berbasis *Website* Dan *Internet of Things* Di PT Bukit Asam Tbk Kertapati port”**.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Ir. Iskandar Lutfi, M.T.** selaku **Dosen Pembimbing I**
2. Bapak **Dr. RD. Kusumanto, S.T., M.M.** selaku **Dosen pembimbing II**

Yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi dalam proses penusunan laporan ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi DIII Teknik Elektronika.
5. Bapak Linafri B. Syafril, selaku Maintenance Dept. Head PT Bukit Asam Tbk *Kertapati Port*.
6. Bapak Jhon Hendry, selaku Mechanical & Electrical Maintenance.
7. Bapak Harapan Timbul Sianturi, selaku Planning & Inspection Section Head.
8. Bapak Dodi Tifrison, Kak Muhammad Refo Bambang, Kak Ronaldo Dwi Saputra, Kak Muhammad Hakim Syahputra, serta saudara Zacky, selaku

pembimbing lapangan dan tim perawatan listrik, atas bimbingan langsung, kerja sama yang baik, serta ilmu yang telah dibagikan selama pelaksanaan Penelitian Laporan Akhir.

9. Seluruh staf dan karyawan/karyawati PT Bukit Asam Tbk *Kertapati Port*, atas sambutan hangat, kerja sama, serta segala bentuk bantuan dan masukan yang sangat berarti selama kegiatan Penelitian Laporan Akhir.
10. Teman-teman seperjuangan ED angkatan 2023 dan seluruh angkatan 2023 Program Studi D-III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat, baik bagi penulis maupun bagi pihak lain yang membacanya.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR ORISINALITAS	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	6
1.4.1 Tujuan.....	6
1.4.2 Manfaat.....	6
1.5 Metode Penulisan	6
1.5.1 Metode Studi Kepustakaan.....	6
1.5.2 Metode Wawancara	7
1.5.3 Metode Studi Literatur.....	7
1.5.4 Metode Implementasi dan Pengujian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 State of the Art.....	9
2.1.1 Penelitian Pertama	9
2.1.2 Penelitian Kedua.....	11
2.2 Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa	12
2.3 Tegangan, Arus, Daya, dan Energi Listrik	13
2.3.1 Tegangan dan Arus Listrik	13
2.3.2 Daya Aktif, Daya Semu, dan Daya Reaktif.....	14
2.3.3 Faktor Daya	15

2.3.4 Energi Listrik.....	15
2.4 Prinsip Pengukuran Tegangan AC	16
2.5 Prinsip Pengukuran Arus AC	16
2.6 Prinsip Pengukuran daya dan Energi Listrik	17
2.7 Ketidakseimbangan Tegangan Tiga Fasa	18
2.8 Kalibrasi dan Akurasi Pengukuran	19
2.9 Data logger	20
2.10 Internet of Things	20
2.11 Mikrokontroler.....	21
2.12 Protokol Komunikasi Data dan Format Data	22
2.12.1 MQTT	22
2.12.2 HTTP	23
2.12.3 JSON.....	24
2.13 <i>Website Data Logger, Monitoring dan Database</i>	24
BAB III RANCANG BANGUN	26
3.1 Perancangan Sistem.....	26
3.2 Perancangan Elektronik.....	26
3.2.1 Komponen Elektronik Utama	27
3.2.2 Schematic Design	32
3.2.3 Printed Circuit Board Design	36
3.2.4 3D PCB Design	37
3.3 Perancangan Mekanik.....	38
3.3.1 Dimensi, Material, dan Metode Pembuatan	39
3.3.2 Hasil Perancangan 2D, 3D dan Tata Letak Komponen.....	39
3.4 Perancangan Software	41
3.4.1 Diagram Blok Sistem.....	42
3.4.2 Alur Kerja Sistem	43
3.4.3 Firmware.....	44
3.4.4 Website	51
3.5 Single Line Diagram Data Implementasi <i>Data logger</i>	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
4.1 Hasil Realisasi Sistem	60
4.1.1 Realisasi Perangkat Keras.....	60
4.1.2 Realisasi Antarmuka Lokal (Display OLED dan Kontrol Tombol)...	61

4.1.3 Realisasi Konfigurasi Perangkat melalui <i>Web Server</i> Lokal.....	65
4.1.4 Realisasi Antarmuka <i>Website Data Logger</i>	67
4.2 Implementasi Sistem.....	72
4.3 Metodologi Pengujian dan Analisis Data	74
4.4 Prinsip Kerja Instrumen Ukur sebagai Dasar Interpretasi	76
4.4.1 Metode Akuisisi DLM.....	76
4.4.2 Metode Akuisisi Fluke 3-Phase Power Logger 1738	77
4.4.3 Resolusi Output serta Kalibrasi dan Rekomputasi <i>Firmware</i>	78
4.5 Hasil dan Analisis Data Pengukuran per Parameter	80
4.5.1 Tegangan	81
4.5.2 Arus	83
4.5.3 Frekuensi	85
4.5.4 Faktor Daya	86
4.5.5 Daya Semu (<i>Apparent Power</i>).....	87
4.5.6 Daya Aktif (<i>Active Power</i>)	88
4.5.7 Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>)	90
4.5.8 Energi Aktif (<i>Active Energy</i>).....	92
4.5.9 Ketidakseimbangan Tegangan (<i>Voltage unbalance</i>).....	93
4.6 Analisis Propagasi <i>Error</i> Antarparameter	95
4.7 Analisis Kejadian Anomali.....	97
4.7.1 Anomali Transien Start Motor (Kejadian Serentak Pukul 15.19.38) .	97
4.7.2 Anomali Persisten akibat Batas Resolusi dan Ambang Deteksi.....	99
4.8 Pengujian Fungsional Integrasi Sistem.....	100
4.9 Rekapitulasi Pembahasan	101
BAB V PENUTUP	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Pinout</i> ESP32 Devkit V1.....	28
Gambar 3.2 Modul PZEM-004T-100A <i>Open CT</i>	30
Gambar 3.3 OLED 64x128 I2C	31
Gambar 3.4 <i>Root Sheet</i>	32
Gambar 3.5 Power Supply Sheet	33
Gambar 3.6 MCU Sheet.....	34
Gambar 3.7 PZEM Interface Sheet	35
Gambar 3.8 <i>Silk Screen Layout</i>	36
Gambar 3.9 <i>Bottom Layer Layout</i>	36
Gambar 3.10 <i>Bottom Layer Mirrored Layout</i>	37
Gambar 3.11 3D <i>PCB Top View</i>	37
Gambar 3.12 3D <i>PCB Bottom Layer View</i>	38
Gambar 3.13 3D <i>PCB Bottom Layer View (Tanpa Soldermask)</i>	38
Gambar 3.14 3D Design Casing.....	40
Gambar 3.15 Tata Letak Komponen di Casing.....	41
Gambar 3.16 Blok Diagram Sistem	42
Gambar 3.17 Alur Kerja Sistem.....	43
Gambar 3.18 Flowchart Bagian Inisialisasi dan Self-Healing	46
Gambar 3.19 Flowchart <i>Firmware</i> Bagian Menu	47
Gambar 3.20 Flowchart <i>Firmware</i> Bagian Validasi Data, Wi-Fi, MQTT dan Publish Data	48
Gambar 3.21 Alur Proses Data <i>Firmware</i>	50
Gambar 3.22 Flowchart <i>Website</i> Bagian Root/Login	53
Gambar 3.23 Flowchart <i>Website</i> Bagian Halaman Dashboard.....	54
Gambar 3.24 Flowchart <i>Website</i> Bagian Halaman <i>Logging</i>	55
Gambar 3.25 Flowchart <i>Website</i> Bagian Halaman <i>Logging Session & Detail</i>	56
Gambar 3.26 Flowchart <i>Website</i> Bagian Halaman <i>Device</i>	56
Gambar 3.27 Single Line Diagram Implementasi <i>Data logger</i>	59

Gambar 4.1 Realisasi Perangkat Keras Tampak Luar	60
Gambar 4.2 Realisasi Perangkat Keras Tampak Dalam	61
Gambar 4.3 Tampilan OLED saat Proses Inisialisasi (<i>Booting</i>).....	62
Gambar 4.4 Tampilan Monitoring OLED Halaman 1	62
Gambar 4.5 Tampilan Monitoring OLED Halaman 2	63
Gambar 4.6 Tampilan Monitoring OLED Halaman 3	63
Gambar 4.7 Tampilan Menu Navigasi OLED	64
Gambar 4.8 Tampilan Konfirmasi Reset Energi (kWh)	64
Gambar 4.9 Tampilan Konfirmasi <i>Reboot Device</i>	64
Gambar 4.10 Tampilan OLED saat Mode Konfigurasi Aktif.....	65
Gambar 4.11 Halaman Home pada Web Server Konfigurasi Perangkat	65
Gambar 4.12 Halaman Manajemen Wi-Fi	66
Gambar 4.13 Halaman Konfigurasi MQTT	66
Gambar 4.14 Halaman Kalibrasi PZEM-004T, <i>Line Status Threshold</i> , dan <i>Voltage Unbalance Threshold</i>	67
Gambar 4.15 Realisasi Halaman <i>Dashboard</i> Bagian Header	68
Gambar 4.16 Realisasi Halaman <i>Dashboard</i> Bagian Grafik	68
Gambar 4.17 Realisasi Halaman <i>Logging</i> (Formulir Pembuatan Sesi <i>Logging</i>)..	69
Gambar 4.18 Realisasi Halaman <i>Logging Session</i> Bagian Header.....	69
Gambar 4.19 Realisasi Halaman <i>Logging Session</i> Bagian Tabel	70
Gambar 4.20 Realisasi Halaman <i>Logging Detail</i> Bagian Header.....	70
Gambar 4.21 Realisasi Halaman <i>Logging Detail</i> Bagian Statistik	71
Gambar 4.22 Realisasi Halaman <i>Logging Detail</i> Bagian Riwayat Data	71
Gambar 4.23 Realisasi Halaman <i>Device</i> pada <i>Website</i>	72
Gambar 4.24 Implementasi Sistem Data Logger Pada Panel Listrik di PT Bukit Asam Tbk. <i>Kertapati Port</i>	73
Gambar 4.25 Perbandingan Tegangan DLM vs Fluke 1738 per Fasa Sepanjang Durasi Pengujian	83
Gambar 4.26 Perbandingan Arus DLM vs Fluke 1738 per Fasa, dengan Penanda Waktu Motor ON/OFF	84
Gambar 4.27 Perbandingan Frekuensi DLM vs Fluke 1738.....	86

Gambar 4.28 Perbandingan Faktor Daya DLM vs Fluke 1738 per Fasa	87
Gambar 4.29 Perbandingan Daya Semu (VA) DLM vs Fluke 1738 per Fasa	88
Gambar 4.30 Perbandingan Daya Aktif (W) DLM vs Fluke 1738 per Fasa.....	90
Gambar 4.31 Perbandingan Daya Reaktif (VAr) DLM vs Fluke 1738 per Fasa..	92
Gambar 4.32 Perbandingan Energi Aktif Kumulatif DLM vs Fluke 1738 per Fasa	93
Gambar 4.33 Perbandingan Ketidakseimbangan Tegangan (<i>Unbalance</i>) DLM vs Fluke 1738.....	94
Gambar 4.34 Diagram Hierarki Dependensi Komputasi Parameter DLM beserta MAPE Rata-Rata.....	95
Gambar 4.35 Perbesaran (<i>Zoom</i>) Transien Start Motor Pukul 15.19.30–15.19.50: Arus dan Daya Reaktif	99

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Teknikal ESP32 [38]	28
Tabel 3.2 Protokol Komunikasi ESP32 [38].....	29
Tabel 3.3 ESP32 Built-in Memory [38].....	29
Tabel 3.4 Spesifikasi PZEM-004T [39].....	30
Tabel 3.5 Spesifikasi Umum Perancangan Mekanik	39
Tabel 3.6 Rencana Struktur Halaman Antarmuka Website	58
Tabel 4.1 Parameter yang Ditampilkan pada Tiap Halaman Monitoring OLED .	62
Tabel 4.2 Ringkasan Tentang Pengujian Komparasi	74
Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik Akuisisi Data DLM (PZEM-004T/V9881D) vs Fluke 1738.....	80
Tabel 4.4 Rekapitulasi Metrik <i>Error</i> Seluruh Parameter Pengukuran ($n = 2.423-2.424$ sampel).....	81
Tabel 4.5 Statistik <i>Error</i> Tegangan.....	82
Tabel 4.6 Statistik <i>Error</i> Arus per Fasa dan per Segmen Kondisi Beban.....	83
Tabel 4.7 Statistik <i>Error</i> Frekuensi.....	85
Tabel 4.8 Statistik <i>Error</i> Faktor Daya per Fasa	87
Tabel 4.9 Statistik <i>Error</i> Daya Semu (VA) dan Propagasi <i>Error</i> dari Tegangan-Arus	88
Tabel 4.10 Statistik <i>Error</i> Daya Aktif (W) dan Propagasi <i>Error</i> dari Daya Semu-Faktor Daya	90
Tabel 4.11 Statistik <i>Error</i> Daya Reaktif (VAr) dan Propagasi Dua Lapis dari VA dan W.....	91
Tabel 4.12 Statistik <i>Error</i> Energi Aktif Kumulatif per Fasa	93
Tabel 4.13 Statistik <i>Error</i> Ketidakseimbangan Tegangan (<i>Unbalance</i>).....	94
Tabel 4.14 Ringkasan Propagasi <i>Error</i> Berdasarkan Tingkat Dependensi Komputasi (rata-rata tiga fasa)	96
Tabel 4.15 Kejadian <i>Error</i> Serentak Antar-Fasa pada Peristiwa Transien Start Motor (15.19.38).....	98
Tabel 4.16 Rekapitulasi Kejadian Anomali Lintas Parameter	100

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Fungsional Integrasi Sistem	101
--	-----

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Lampiran 1 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir	112
Gambar Lampiran 2 Pengajuan Judul Laporan Akhir	113
Gambar Lampiran 3 Lembar Pengesahan Judul Laporan Akhir.....	114
Gambar Lampiran 4 Lembar 1 Konsultasi (Pembimbing 1).....	115
Gambar Lampiran 5 Lembar 2 Konsultasi (Pembimbing 1).....	116
Gambar Lampiran 6 Lembar 1 Konsultasi (Pembimbing 2).....	117
Gambar Lampiran 7 Lembar 2 Konsultasi (Pembimbing 2).....	118
Gambar Lampiran 8 Rekomendasi Ujian Laporan Akhir	119
Gambar Lampiran 9 Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir.....	120
Gambar Lampiran 10 Surat Balasan Pengajuan Laporan Akhir.....	121
Gambar Lampiran 11 Spesifikasi Motor 3 Fasa	122
Gambar Lampiran 12 1 (Satu) Set Unit Data Logger Monitor 3 Fasa.....	123
Gambar Lampiran 13 Fluke 3-Phase Power Logger 1738 dan Data Logger Monitor	123
Gambar Lampiran 14 Proses Pengambilan Data di Workshop PT Bukit Asam Tbk <i>Kertapati port</i>	124